

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 6 日
Date of Application:

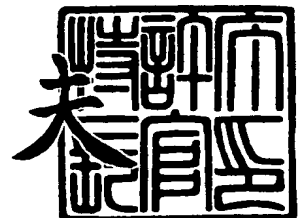
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 8 5 1 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 8 5 1 6]

出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 13B02Z0231

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッドおよび磁気記録再生装置

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
 研究開発センター内

 【氏名】 吉川 将寿

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝 青梅
 事業所内

 【氏名】 高岸 雅幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100083161

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 外川 英明

 【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010261

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッドおよび磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

媒体対向面側より前記媒体対向面から離間した後方に向けて順に並ぶ第 1、第 2 および第 3 の領域と、

前記第 1 の領域に形成された、外部磁界によって磁化が回転可能な磁化自由層と、

前記第 3 の領域に形成された、前記外部磁界下において実質的に所定方向の直を保持可能な磁化固着層と、

前記第 2 の領域に形成された、前記磁化自由層と前記磁化固着層とをつなぐ中間層と、

前記磁化自由層、前記磁化固着層および前記中間層を挟み、前記媒体対向面より前記後方に向けて伸びる一対の磁気シールドとを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 2】

前記磁気シールドの一方と前記磁化自由層を電氣的に接続する電極を備えることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 3】

前記電極は、前記第 1 の領域に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 4】

前記電極は、非磁性体からなり、前記磁気シールドの一方と前記磁化自由層との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 5】

前記電極が有するトラック幅方向の幅は、前記磁化自由層が前記トラック幅方向に有する幅よりも狭いことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 6】

前記中間層は、前記磁化自由層および前記磁化固着層と同一面上に形成され、前記磁化自由層および前記磁化固着層に挟まれていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 7】

前記磁化自由層および前記磁化固着層は、前記中間層の連続する一表面に接していることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッドを搭載したことを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、スピナバルブ素子を用いた磁気抵抗効果ヘッドおよびこの磁気抵抗効果ヘッドに記載した磁気記録再生装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、HDDなどの磁気記録再生装置において高記録密度化が進んでいる。高記録密度化のために、記録媒体の記録単位である記録ビットのサイズは縮小され、記録媒体から出る信号磁束も小さくなってきている。このような状況で、磁気抵抗効果を利用して媒体磁束を直接感知する高感度の磁気抵抗効果ヘッド（MRヘッド）が実用化された。

【0003】

現在は、磁化固着層（ピン層）／中間層（スペーサ層）／磁化自由層（フリー層）を含むスピナバルブ膜（SV）を有し、巨大な磁気抵抗効果を発生するスピナバルブ素子（SV-GMR）がMRヘッドのセンサー素子となっている。

【0004】

従来のSV-GMRヘッドは、SV素子と、このSV素子を一对の磁気ギャッ

プを介して挟持する磁気シールドを備えるシールド型SVヘッドであった。また、SV素子は、SV膜とこのSV膜の両端に接続された一对の電極を備え、SV膜の膜表面に平行にセンス電流を通電する、いわゆるCIP (Current-In-Plane) -SV素子だった。

【0005】

最近では、一对の電極からSV膜の膜表面に対して垂直にセンス電流を流す、いわゆるCPP (Current-Perpendicular-to-Plane) -SV素子が提案されている。CPP通電により磁気抵抗変化率 (MR変化率) が向上するため、高出力のGMRヘッドの実現が期待できる。

【0006】

上述のシールド型SVヘッドでは、記録密度がさらに向上すると、トラック幅およびビット長の縮小が求められる。しかしながら、シールド型SVヘッドでは磁気シールド間にCIP-SV素子やCPP-SV素子を形成する必要があることから、シールド間距離やギャップ長の縮小化 (狭ギャップ化) に限界があり、ビット長の縮小要求に応えることが難しい。

【0007】

例えば、外部磁界を感知する磁性下地層を媒体対向面からヘッド奥行き方向に伸張して形成し、媒体対向面から離間した位置に形成した磁化自由層と磁性下地層を結合させた構造が知られている。この構造では、磁化固着層や中間非磁性層は磁化自由層上に形成され、媒体対向面まで延在するのは磁性下地層のみである (特許文献1参照)。

【0008】

【特許文献1】

特開平6-325329号公報 (図3等)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、シールド型GMRヘッドは狭ギャップ化に限界があり、磁気記録再生装置のビット長縮小要求に応えることが難しいという問題があった。

。

【0010】

本発明は、このような事情に鑑みて、狭ギャップ化と狭トラック化が可能であり、かつ磁性層間の望まない層間磁気結合を抑制可能な磁気抵抗効果ヘッド、およびこれを搭載した磁気記録再生装置を提供することを課題の一つとする。

【0011】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、上記課題を解決するために、媒体対向面側より前記媒体対応面から離間した後方に向けて順に並ぶ第1、第2および第3の領域と、第1の領域に形成された、外部磁界によって回転可能な磁化を備える磁化自由層と、第3の領域に形成された、外部磁界下において実質的に所定方向を保持可能な磁化を備える磁化固着層と、第2の領域に形成された、磁化自由層と磁化固着層とをつなぐ中間層と、磁化自由層、磁化固着層および中間層を挟み、媒体対向面より前記後方に向けて伸びる一対の磁気シールドとを備える磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0012】**【発明の実施の形態】**

以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しながら説明する。尚、実施の形態や実施例を通して共通の構成には同一の符号を付すものとし、重複する説明は省略する。また、各図は発明の説明とその理解を促すための模式図であり、その形状や寸法、比などは実際の装置と異なる個所があるが、これらは以下の説明と公知の技術を参酌して適宜、設計変更することができる。

【0013】**(第1の実施の形態)**

まず、本発明の第1の実施の形態に関わるシールド型GMRヘッドについて説明する。

【0014】

図1(a)は、媒体対向面(ABS)から奥行き方向に伸びるGMRヘッドの一部断面(図1(b)のA-A断面)を示す。また、図1(b)は、ABSから奥行き方向に伸びるGMRヘッドの一部断面(図1(a)のB-B断面)を示す。さらに、図1(c)は、GMRヘッドのABS側面から観察した部分図である。

。この実施の形態のGMRヘッドは、各図に示す構成のほかにこれらの構成を取り巻く絶縁性の非磁性膜や、SV素子の電極とセンス回路を結ぶ配線などを備える。また、ABSには適宜、保護層が形成され、媒体との接触などに伴う損傷から素子部の保護が図られる。このABS保護層は形成しない例もある。

【0015】

尚、センス回路はGMRヘッドを搭載したヘッドジンバルアッセンブリ(HGA)などに設けられることもあれば、ヘッドジンバルアッセンブリを介してGMRヘッドが搭載される磁気記録再生装置に設けられることもある。

【0016】

第1の実施の形態に関するGMRヘッドは、磁気抵抗効果を発現する磁化自由層1、中間非磁性層3および磁化固着層5を備える(図1(a))。

【0017】

GMRヘッドは、一般にABS側とこれから後方に離間した部分を備える。ABSは図1(b)のヘッドの左側面を指す。ヘッド後方部は、図1(b)の右側に伸びる。この実施の形態では、ABS側の(ABSを含む、あるいは第2および第3の領域よりもABSに近い)第1の領域と、第1の領域に隣接し、第1の領域よりもヘッド後方に形成された第2の領域と、第2の領域に隣接し、第2の領域よりもさらにヘッド後方に形成された第3の領域を用いて説明する。つまり、第1、第2および第3の領域は夫々、ABS側からヘッド後方に向ってこの順に並ぶ直方体の領域である。

【0018】

磁化自由層1が形成されるのは第1の領域であり、磁化固着層5が形成されるのは第3の領域である。さらに、中間非磁性層3が形成されるのは第2の領域である。

【0019】

磁化自由層1、中間非磁性層3および磁化固着層5は、ABSからヘッドの奥行方向に順に形成されている(図1(a)および(b))。磁化自由層1と磁化固着層5は、夫々が中間非磁性層3との間に接合面を有する。

【0020】

この2つの接合に電流を流すと、磁化自由層1と磁化固着層5の磁化の相対角度に依存して、界面での電子の散乱が生じ、中間非磁性層3を介した磁化自由層1と磁化固着層5との間の電気抵抗が変化する（巨大磁気抵抗効果）。

【0021】

つまり、ABS側に位置する磁化自由層1は信号磁界等により、その磁化方向が変化し、それに応じてセンス電流中の電子のスピン情報が変化し記憶される。そして、スピン情報を記憶した電子が中間非磁性層3を通り、磁化固着層5と中間非磁性層3との界面で散乱されれば、電気抵抗が上がり、散乱されずに通過すれば電気抵抗は下がる（抵抗変化）。この際に、散乱が最大になるのは電子のもつスピン情報と磁化固着層5の磁化方向が反平行の場合であり、散乱が最小になるのは両者が互いに変更の場合である。よって、磁化自由層1と磁化固着層5の磁化が反平行であれば抵抗は最大に、平行であれば抵抗は最小になる。この抵抗値の変化は、磁化自由層1と磁化固着層5の磁化の相対角度の余弦に比例する（スピンバルブ磁気抵抗効果）。

【0022】

磁化自由層1は、外部からの磁界に応じてその磁化の方向が変化可能な層であり、磁化固着層5は外部からの信号磁界のもとでもその磁化の方向が実質的に変わらない層である。磁化自由層1には、予定する外部磁場下において磁化が回転可能な程度の保持力を持つ強磁性材料を用いることで、外部磁場下での磁化回転を可能にすることができる。

【0023】

また、磁化固着層5は、これと反強磁性結合する反強磁性層を磁化固着層5に隣接して形成することでその磁化を固着することができる。また、予定する外部磁場下において磁化が回転しない程度の高い保持力を持つ強磁性材料を用いて、これに所定の熱処理等を通してその磁化を固着する等して実現できる。

【0024】

磁化自由層1と磁化固着層5は、夫々、強磁性を示す必要がある。よって、各層は強磁性材料のみを含む層とする他に、強磁性を示す程度に、強磁性材料に他の材料を混ぜた層としてもよい。また、複数の異なる強磁性材料膜の積層構造と

してもよい。さらに、図2および図3を用いて後述する通り、このような強磁性層は、強磁性膜（図2および図3では磁化自由膜と磁化固着膜）に他の非磁性膜（例えば、図2および図3の下地膜や保護膜など）などを積層したものでよい。その場合は、磁化自由膜と磁化固着膜には上述のように強磁性を示す膜を用いる。

【0025】

磁気記録媒体等からの信号磁界を受けてABSに位置する磁化自由層1の磁化が回転すると、回転した磁化と磁化固着層5の固着された磁化との間の相対角度が変化する。上述の通り磁化自由層1と磁化固着層5との間の電気抵抗は、2つの磁化方向の相対角度の変化を受けて変化することから、磁化自由層1と磁化固着層5間の電気抵抗値を測定することにより信号磁界の変化を検知することができる。

【0026】

この実施の形態では、磁化固着層5には第1の電極を隣接形成することで両者を電氣的に接続させ、磁化自由層1にはピラー電極21を介して磁気シールド19に電氣的に接続させている（図1（b））。そして、第1電極と磁気シールド19は端子として扱い、この端子は配線により電気抵抗を検知・演算する回路（図示せず）に接続される。尚、第1電極、ピラー電極21および磁気シールド19には導電性の材料を用いる。

【0027】

さらに、磁気シールド19と磁化自由層1とに挟まれるピラー電極21は、非磁性導電体で形成し、媒体対向面の磁気ギャップとする。ピラー電極21を、磁化自由層1と磁気シールド19の間からずらして形成する際には、磁化自由層1と磁気シールド19との間に、別途非磁性絶縁体などの磁気ギャップを設けることもできる。

【0028】

磁化自由層1、中間非磁性層3および磁化固着層5は、磁化固着層5に隣接する第1電極7と共に、絶縁層13、15を介して一对の磁気シールド17、19間に形成される（図1（b））。絶縁層13は、下側の磁気ギャップであり、磁

気シールド 17、磁化自由層 1、中間非磁性層 3、磁化固着層 5 および第 1 電極 7 間を電氣的に絶縁するものである。絶縁層 15 は、磁気シールド 19、磁化自由層 1、中間非磁性層 3、磁化固着層 5 および第 1 電極 7 間を電氣的に絶縁するものである。この実施の形態では、磁化自由層 1、中間非磁性層 3、磁化固着層 5 が磁気ギャップである絶縁層 13 上に形成されている。

【0029】

ピラー電極 21 は、図 1 (a) の点線での囲み部に示すように、磁化自由層 1 の上面の面積よりも一回り小さい断面を備える (図 1 (a) および図 1 (b))。このようにすると、ピラー電極 21 による実効トラック幅の規定が可能となる (実効トラック幅は、図 1 (a) のピラー電極 21 が ABS に面する紙面左右方向の幅になる)。その結果、磁化自由層 1 の幅を実効トラック幅より広くすることが可能となり磁気ヘッド再生効率を向上させることができる。

【0030】

一般に磁性体における交換結合長は $0.05\ \mu\text{m} \sim 0.1\ \mu\text{m}$ 程度であり、それより小さく磁性体を加工形成すると磁性対中の磁化スピンの動きが交換結合により抑制され、外部磁界に対する感度が急激に低下する。すると、実際の磁化自由層の感度および磁気ヘッド効率 (Efficiency) が低下するおそれがある。従って、磁化自由層のトラック幅方向の長さは上記の交換結合長よりも長くすることにより、外部磁界に対する感度を確保することができる。ピラー電極を磁化自由層よりも小さく、特にトラック幅方向に小さくすることにより、磁化自由層の高感度部分にセンス電流を通電することが可能となり、磁気ヘッドの再生効率を維持しつつ、高出力を得ることが可能となる。

【0031】

尚、磁化自由層 1 により十分に狭い実効トラック幅が規定できる場合や、実効トラック幅の制限が緩い場合にはピラー電極 21 の断面積と磁化自由層 1 の上面積とを等しくしてもよい。

【0032】

また、ピラー電極 21 は ABS に露出させてもよいし、磁化自由層 1 と接続する範囲で ABS から後退させてもよい。磁化自由層 1 と接続させるためには少な

くともその一部が前述の第1の領域に位置する必要がある。さらに磁気ギャップを狭くするためには、ピラー電極21も磁気シールド19と同様に導電性強磁性材料で形成することが好ましい。

【0033】

尚、図1(a)、(b)および(c)中の絶縁層9、11、13、15は時期シールド17、19と中間非磁性層3、磁化固着層5、第1の電極7等との電氣的絶縁を図るものである。この絶縁層9、11、13、15には、 Al_2O_3 や SiO_2 などの絶縁性材料を用いる。

【0034】

この実施の形態では、ABS側に信号磁界を受けて磁化の回転する磁化自由層1のみが形成され、中間非磁性層3、磁化固着層5、第1の電極7が絶縁層13上に順にGMRヘッドの奥行き方向に並んで形成されているため、磁気シールド17、19の間隔を、従来のシールド型GMRヘッドに比べて狭く設計することができる。例えば、従来のシールド型GMRヘッドでは不可能であった20nm程度のシールド間隔も実現可能である。従って、将来の超高記録密度化に対しては非常に有効である。

【0035】

さらに、磁化自由層1と磁化固着層5は、従来のように上下に積層されるのではなく、中間非磁性層3を介して、つまり所定の間隔を介して横方向に配置されている。そのため、両強磁性層間の静磁結合および／あるいは層間交換結合を抑制することができる。

【0036】

また、中間層3の厚さを2.0nm以下の厚さまで薄くすることが可能となる。このように薄膜化すると、量子的な伝導効果によりスピンの非弾性散乱を抑制することも可能となる。

【0037】

さらに、基板上の磁化自由層1の上に磁化固着層5を積層してエッチングなどによりその形状を微小に加工する場合は、磁化固着層5やその上の反強磁性層から順にエッチングが進行するため、磁化自由層1の加工形状は予定形状よりも広

がってしまう。その結果、トラック幅が広がるなどの弊害が生じ得る。しかし、本実施形態の構造では、磁化自由層 1 と磁化固着層 5 の形状加工を個々に行うことができるため、良好な形状の磁化自由層 1 を実現することができる。

【0038】

次に、図 2 (a)、(b) および (c) に磁化自由層 1 の 3 つの例を示す。尚、図 2 (a)、(b) および (c) は、図 1 (b) (あるいは図 1 (c)) の磁化自由層 1 を拡大した断面図である。

【0039】

図 2 の各図に示すように、磁化自由層 1 は磁性層に、下地膜 2 3、磁化自由膜 2 5、積層バイアス膜 2 9 および保護膜 2 7 を組み合わせて積層することにより形成することもできる。下地膜 2 3 は、図 1 各図の磁性層 1 3 側に形成され、保護層 2 7 はピラー電極 2 1 側に形成される。

【0040】

尚、磁化自由層 1 を磁性層のみで形成すれば、電極 3 との界面における電子のスピンに依存した散乱は磁化自由層 1 の磁性層と中間非磁性層 3 との接面で起こる。しかし、磁化自由層 1 に非磁性材料の下地膜 2 3、保護膜 2 7 等を用いた場合に、電子のスピンに依存した散乱が起こるのは、中間非磁性層 3 と磁化自由膜 2 5 (あるいは積層バイアス膜 2 9) との接面のみである。

【0041】

磁化自由膜 2 5 は、Co、Fe または Ni、もしくはそれらのいずれかを 50 原子% (at%) 以上含む合金を含有する強磁性材料からなる。また、磁化自由膜 2 5 を異なる材料あるいは異なる組成の強磁性を積層した膜としてもよい。より具体的には、Co₉₀Fe₁₀ (組成比は at%)、CoFeNi、Ni₈₀Fe₂₀ (組成比は at%)、Fe、Co、Ni などである。

【0042】

さらに、磁化自由膜 2 5 の内部でスピン依存散乱の効果を出すために、[強磁性層/強磁性層] の積層構造 (およびその繰り返し構造)、[強磁性層/非磁性層] の積層構造 (およびその繰り返し構造)、この 2 つの積層構造を積み重ねた複合構造としてもよい。ここで、本明細書中の [A/B 層] は、絶縁層 1 3 側より

「A層」、「B層」がこの順に形成された積層構造を示す。

【0043】

〔強磁性層／強磁性層〕の積層フリーには、 $[\text{NiFe}/\text{CoFe}]$ 、 $[\text{Fe}/\text{NiFe}]$ 、 $[\text{Fe}/\text{CoFe}]$ などの組み合わせを利用できる。〔強磁性層／非磁性層〕の積層フリーの非磁性層材料は、Au、Ag、Cu、Ir、Ru、Rh、Pd、Ptなどの貴金属から選択できる。積層フロー内の強磁性層と非磁性層との海面での散乱を増大させる組み合わせは、 $[\text{NiFe}/\text{Au}]$ 、 $[\text{NiFe}/\text{Ag}]$ 、 $[\text{CoFe}/\text{Cu}]$ 、 $[\text{Co}/\text{Cu}]$ 、 $[\text{Fe}/\text{Au}]$ 、 $[\text{Ni}/\text{Au}]$ などである。

【0044】

また、磁化自由膜25に、〔磁性層／Ru／磁性層〕からなるフェリカップリング層（シンセティック・フリー層）を用い、 $M_s \cdot t$ 積（飽和磁化・厚み積）を調整してもよい。

【0045】

下地膜23としては、 Ta/NiFeCr 、 NiFeCr 合金、 Ta/Cu 、 $\text{Ta}/\text{Cu}/\text{Au}$ 、 Ta/CuAu 、 Ta/Ru 、 Ta/NiFe などを用いる。これらの材料を用いた下地膜23により、磁化自由膜25の結晶が(111)方向に配向して、磁化自由膜25の軟磁気特性が向上する。即ち、磁化自由層の保持力が低下し、飽和磁歪の絶対値が制御できる。

【0046】

また、保護膜27としては、Ta層の他、ピラー形成時のRIE（Reactive Ion Etching）法でのストッパー層として、 Ta/Au （あるいは、Pt、Ir、Ru、Rhなど）のようなTa層／貴金属層の保護膜27を用いることが好ましい。これら貴金属はRIE（Reactive Ion Etching）に対する耐性があるため、RIEによるオーバーエッチングに起因する磁化自由膜25への損傷を抑制することができる。また、さらにピラー電極21との接合において、接触抵抗を小さくすることが可能である。

【0047】

次に、図3（a）、（b）および（c）を用いて、磁化固着層5に積層構造を

用いた例を説明する。尚、磁化固着層 5 を磁性層単層とすることもできる。

【0048】

図 3 (a)、(b) および (c) は、図 1 (b) 中の磁化固着層 5 の拡大図である。磁化固着層 5 は、下地膜 31、磁化固着膜 33、反強磁性膜 35、保護膜 37 を組み合わせて積層することにより構成される (図 3 の各図)。尚、反強磁性膜 33 と磁化固着膜 35 は交換磁気結合したものである。

【0049】

磁化固着膜 35 には、Co、Fe、Ni からなる金属、またはこれらのいずれかを 50 at % 以上含む合金を含有する強磁性材料により形成することができる。より具体的には、Co₉₀Fe₁₀ (組成比は at %)、CoFeNi、Ni₈₀Fe₂₀ (組成比は at %)、Fe、Co、Ni などである。

【0050】

磁化固着層内部においてスピン依存散乱の効果を出すために、[強磁性層/強磁性層] の積層構造 (およびその繰り返し)、[強磁性層/非磁性層] の積層構造 (およびその繰り返し)、または 2 つの積層構造の複合構造としてもよい。

【0051】

[強磁性層/強磁性層] の積層磁化固着層には、[NiFe/CoFe]、[Fe/NiFe]、[Fe/CoFe] などの組み合わせを用いることができる。

【0052】

[強磁性層/非磁性層] の積層磁化固着層の場合、非磁性層は、Au、Ag、Cu、Ir、Ru、Rh、Pd、および Pt などの貴金属から選択できる。界面での散乱を増大させる [強磁性層/非磁性層] の組み合わせとしては、[NiFe/Au]、[NiFe/Ag]、[CoFe/Cu]、[Co/Cu]、[Fe/Au]、[Ni/Au] などが挙げられる。

【0053】

また、固着耐性を向上させるために、[磁性層/Ru/磁性層] からなるフェリカップリング層 (シンセティック・ピン層) を用いることが好ましい。

【0054】

反強磁性膜 33 としては、PtMn、IrMn、RhMn、CrMn、CrPtMn および FeMn 合金などを用いることができる。

【0055】

また、図 3 (c) に示したように磁化固着膜 35 に硬磁性材料を用いると反強磁性膜 33 を省略できる。硬磁性材料として、CoPt、FeCo および SmCo 合金などがあげられる。硬磁性層と上述の材料を用いた磁化固着膜 35 を積層することにより、硬磁性層からの漏れ磁束により磁化固着膜 35 の磁化を固着することもできる。

【0056】

また、中間非磁性層 3 には、Be、Al、Mg、Ca、Cu、Au、Ag、Rh、Ru および Ir からなる群より選択される導電性非磁性材料が主に用いられる。しかしながら、磁壁などによる磁気抵抗効果の発現を望む場合は、導電性の磁性材料を用いてもよい。また、トンネル磁気抵抗効果 (TMR) を利用する場合においては、中間非磁性層は Al_2O_3 、 SiO_2 などのような絶縁性材料とすることも可能である。本明細書では、これらの中間非磁性 (導電) 層 3、中間磁性導電層および中間非磁性絶縁層を指して、これらを包含する用語として「中間層」を用いている。

【0057】

中間非磁性層 3 に導電性非磁性材料を用いれば、約 50 nm 以上の十分長いスピン拡散長を得ることができる。従って、磁化自由層 1 から磁化固着層 5 までスピン情報を維持したまま、スピン電子が伝導されるためにより大きな MR 変化率を得ることが可能となる。

【0058】

また、十分なスピン拡散長を得るために、中間非磁性層 3 としては、カーボン・ナノチューブなどの炭素系材料を用いることが好ましい。但し、カーボン・ナノチューブの中間非磁性 (導電) 層 3 と磁化自由層 1 あるいは磁化固着層 5 との接合が金属/半導体接合になるために注意を要する。つまり、金属/半導体接合に化合物層および酸化物層が形成されやすく、これらに起因するスピン電子伝導の障壁が形成されやすい。従って、Pt や Au などの貴金属を金属と半導体との

間に形成することが好ましい。尚、この障壁の問題は中間層に非磁性絶縁層を用いたスピントネル伝導を利用する TMR では問題にならない。

【0059】

さらに、中間非磁性層 3 に非磁性導電性材料を用いる場合、中間非磁性層 3 の下地膜あるいは保護膜として、鏡面反射効果のあるスペキュラー膜を用いることが望ましい。また、スペキュラー膜と中間非磁性層との繰り返しの積層構造であっても良い。スペキュラー膜の材料には、磁性材料あるいは非磁性材料の酸化物、窒化物、フッ化物あるいはホウ化物を用いることができる。これにより、中間非磁性層 3 内、および、下地膜および保護膜との界面での非弾性散乱成分を抑制することが可能となり、中間非磁性層中での伝導電子のスピン拡散長を伸ばすことが可能となり、MR 変化率が増大する。

【0060】

中間層に中間磁性導電層を用いた場合、中間層の厚さを約 1 nm 以下にするか、それに加えてその幅を約 10 nm 程度にすると、伝導電子の電流パスが非常に小さくなり、電子の伝導が量子的になる。その結果、バリスティック効果により、より大きな MR 効果を発現することも可能である。中間磁性伝導層の材料としては、Ni、Co、Fe 金属あるいはそれらを含む合金膜が用いられる。電子の伝導パスを小さくする方法としては、Ni、Fe、Co を含む微細磁性粒子を含むグラニュー膜を用いても良い。

【0061】

また、ピラー電極 21 は、磁化自由層 1 と磁気シールド 19 の間に形成するほか、磁化自由層 1 と磁気シールド 17 の間に形成してもよい。この場合は、図 1 のピラー電極 21 を磁化自由層 1 と磁気シールド 17 の間に形成し、磁気シールド 17 を電極兼用とする。そして、磁化自由層 1 と磁気シールド 19 の間には絶縁性の非磁性材料を形成する。この非磁性材料は、絶縁層 15 と一体でもよいし、別体としてもよい。さらに、電極は、絶縁層 13 上において磁化自由層 1 に隣接形成してもよい。この場合は、磁気シールド 17、19 を電極兼用とせず、これらとは別の電極層をシールド間に形成することになる。

【0062】

次に、図 1 (a)、(b) および (c) の GMR ヘッドの製造方法について、図 4 (a)、(b)、図 5 (a)、(b)、図 6 (a)、(b)、図 7 (a)、(b)、図 8 (a)、(b)、図 9 (a)、(b)、図 10 (a)、(b)、並びに図 11 (a)、(b) を用いて説明する。尚、各図の (a) 図は製造工程途中のヘッド上面を、(b) 図は同 (a) 図の A-A 断面を示す。

【0063】

まず、アルチック ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$) 基板等の上に約 200 nm の厚さをもつ $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 層をメッキ法あるいはスパッタリング法により形成して磁気シールド 17 を形成する (図 4 (a))。次に、約 10 nm の厚さの Al_2O_3 を IB S (イオンビームスパッタリング) 法により形成して、絶縁層 13 とする (図 4 (b))。

【0064】

その後、絶縁層 13 上に磁化自由層となる約 5 nm 厚の Ta 膜、約 2 nm 厚の Ru 膜 (以上、下地層)、約 10 nm 厚の IrMn 膜、約 5 nm 厚の CoFe 膜、約 1 nm 厚の Cu 膜、約 2 nm 厚の Ru 膜、約 1 nm 厚の Cu 膜 (以上、積層バイアス層)、約 5 nm 厚の NiFe 膜 (以上、磁化自由層)、約 5 nm 厚の Ta 膜および約 2 nm 厚の Au 膜 (以上、保護層) を絶縁層 13 側より順次スパッタリング成膜法により形成する。そして、リフトオフ用 T 字型 2 段レジスト 41 を用いてイオンビームエッチングにより各層のうち予定領域以外の一部を除去して磁化自由層用の積層膜 43 を絶縁層 13 上に残置する。その後、2 段レジスト 41 を除去する (図 4 (a) および (b))。

【0065】

次に、磁化固着層 5 を形成する。つまり、約 5 nm 厚の Ta、約 2 nm 厚の Ru、約 15 nm 厚の PtMn、約 3 nm 厚の CoFe、約 1 nm 厚の Ru、約 3 nm 厚の CoFe、約 5 nm 厚の Ta の磁化固着層用積層膜を絶縁層 13 と積層膜 43 上に順次スパッタリング法により形成する。その後、磁化自由層用積層膜 43 上の磁化固着層用積層膜をリフトオフにより除去して、磁化自由層用積層膜 43 に隣接する磁化固着層用積層膜 45 を絶縁層 13 上に残置する (図 5 (a) および (b))。

【0066】

次に、リフトオフ用T字型2段レジスト47を用いたフォトリソグラフィーによるパターンニングを行い、イオンビームエッチングにより磁化自由層用の積層膜43と磁化固着層用の積層膜45の形状を加工する(図6(a)および(b))。

【0067】

さらに、中間非磁性層3と第1電極7となる約30nm厚のCu膜を絶縁層13、磁化自由層用積層膜43および磁化固着層用積層膜45上に成膜する。そして、磁化自由層用積層膜43および磁化固着層用積層膜45上のCu膜をリフトオフにより除去することで、中間非磁性層用Cu膜49と第1電極用Cu膜51を形成する(図7(a)および(b))。

【0068】

次に、リフトオフ用T字型2段レジスト53を用いたフォトリソグラフィーによりトラック幅方向(図8(a)の縦方向)のパターンニングを行い、イオンビームエッチングにより磁化自由層用積層膜43、中間非磁性層用Cu膜49、磁化固着層用積層膜45、第1電極用Cu膜51の一部をエッチングにより除去する。このようにして、磁化自由層1、中間非磁性層3、磁化固着層5および第1電極7を形成する(図8(a)および(b))。

【0069】

次に、約30nm厚の Al_2O_3 を、絶縁層13、磁化自由層1、中間非磁性層3、磁化固着層5および第1の電極7上に形成する。そして磁化自由層1、中間非磁性層3、磁化固着層5および第1の電極7上の Al_2O_3 をリフトオフにより除去する。これにより絶縁層9、11を形成する(図9(a))。

【0070】

そして、約30nm厚の SiO_2 膜を絶縁層13、磁化自由層1、中間非磁性層3、磁化固着層5および第1の電極7上に成膜した後、CMP(化学機械研磨)により約20nmの厚さになるまで SiO_2 の表面を研磨する。その後、フォトリソグラフィーによりレジスト55を形成する。このレジスト55をマスクにして、RIE(反応性ガスイオンエッチング)により SiO_2 の一部をエッチン

グしてピラー電極 21 形成用の孔部 57 を形成する。この孔部は直方体であり、トラック幅方向 (図 10 (a) の紙面縦方向) の幅はおよそ $0.1 \mu\text{m}$ とする。また、この開口を取り巻く SiO_2 膜は図 1 の絶縁層 15 に相当する。

【0071】

次に、レジスト 55 を除去して、孔部 57 中および絶縁層 15 上にピラー電極 21 および磁気シールド 19 用の NiFe 膜を約 300 nm の厚さに形成する。この後、第 1 の電極 7 と磁気シールド 19 とセンス回路等を接続する配線を施す。さらに、磁化自由層 1 側の面を研磨して ABS を形成し、この ABS を被覆する保護層を形成する等して、第 1 の実施の形態に関わる GMR ヘッドが完成する。

【0072】

以上説明した製造方法により、本実施の形態の GMR ヘッドはウェハーレベルで形成できる。

【0073】

(第 2 の実施の形態)

次に、図 12 (a)、(b) および (c) を用いて、本発明の第 2 の実施の形態に係る GMR ヘッドを説明する。尚、図 12 (a) は GMR ヘッドの ABS に垂直な断面であり、図 12 (b) の A-A 断面を示す一部断面図である。図 12 (b) はやはり GMR ヘッドの ABS に垂直な断面であり、図 12 (a) の B-B 断面を示す一部断面図である。

【0074】

図 12 (c) は、ABS から GMR ヘッドを観察した一部断面図である。この実施の形態の GMR ヘッドは、各図に示す構成のほか、これらを取り巻く絶縁性の非磁性膜や配線などを備える。

【0075】

この実施の形態では、磁化自由層 1 の磁化自由膜 25 に縦バイアスを付与する一対のハードバイアス膜 59、61 を用いる (図 12 (a) および (c))。磁化自由膜 25 への効率的なバイアス付与のためには、このハードバイアス膜 59、61 を上述の第 1 の領域内に形成することが望ましい。

【0076】

尚、磁化自由層 1 は、磁化自由膜 25 の上下に下地膜 23 および保護膜 27 を備える（図 12（b）および（c））。縦バイアスは、例えば、ABS に平行かつ、磁化自由膜 25 の膜面に平行な（図 12（c）の紙面左右方向の）磁気バイアスである。

【0077】

ハードバイアス層 59、61 は、磁化自由層 1 の両端を挟むように絶縁層上に形成される。ハードバイアス層 59、61 には、CoPt、CoCr、CoCrPt などの Co 系硬磁性材料、あるいはその他の硬磁性材料を用いることができる。ハードバイアス層 59、61 は、約 1 nm～約 20 nm 程度の厚さの下地層（Cr 層等）の上に形成することができる。

【0078】

ハードバイアス層 59、61 と磁化自由層 1 は、Al₂O₃ や SiO₂ などの絶縁層 9、11 により電氣的に分断される事が好ましい（図 12（a）および（c））。絶縁層には例えば Al₂O₃ を用いる。

【0079】

電氣的に絶縁するためにはハードバイアス層 59、61 と磁化自由層 1 の間に約 2 nm 以上約 10 nm 以下の絶縁層 9、11 を挿入することが望ましい。ここで、約 2 nm 未満とするのは絶縁性を確保するためであり、約 10 nm 以下とするのはバイアス磁界を確保するためである。

【0080】

ハードバイアス層 59、61 を省略して、磁化自由膜 25 に反強磁性層等を積層して磁化自由膜 25 に縦バイアスを付与することもできる。例えば、磁化自由膜 25 に非磁性導電膜を介して反強磁性層を積層したり（長距離交換結合法：非磁性膜を挟んで反強磁性膜と強磁性膜を交換結合させる方法。）、反強磁性膜、バイアス強磁性膜、非磁性膜、磁化自由膜 25 をこの順に隣接させたりして（静磁結合法：反強磁性膜により磁化固着されたバイアス強磁性膜からの漏れ磁界により、磁化自由膜の磁化方向・磁気異方性を制御する方法。）、磁化自由膜 25 に縦バイアスを付与することができる。これらの積層構造は各膜が連続で積層さ

れ、上下の積層順序は問わない。

【0081】

反強磁性膜の材料としては、IrMn、PtMn、CrMn、PtCrMn、RhMn、FeMn合金などを用いることができる。尚、磁化固着層5に反強磁性膜を用いる場合は、2つの反強磁性膜による磁化固着の方向を直行させることが望ましいため、ブロッキング温度の異なる反強磁性材料（異種材料、あるいは組成調整）を用いることが望ましい。あるいは、ブロッキング温度が同等の材料であっても、磁化自由層1の反強磁性膜の厚さを磁化固着層5の反強磁性膜の厚さよりも薄くすることによりブロッキング温度を調整することができる。

【0082】

尚、図12(b)に示すように、磁化固着層5を磁化自由層1(23、25、27)よりも厚く形成した。磁化固着層5はその内部に磁化固着膜35と反強磁性膜33の積層構造を備える。ここで、反強磁性膜33の厚さを十分厚くすることができれば、反強磁性体膜と強磁性体膜との間の交換結合消滅温度（ブロッキング温度）をより高くすることができたり、大きい交換結合を得たりすることができる。これは、反強磁性膜を厚くすることで結晶性（(111)配向性、結晶粒径粗大化）が制御できて、反強磁性体膜の磁化が安定化することによると考えられる。

【0083】

尚、本実施形態の場合、磁化固着層5を先に温度： T_1 、印加磁界： H_1 でABSに垂直方向に磁場中アニールし、次に磁化自由層1を温度： T_2 （ $T_2 < T_1$ ）、印加磁界： H_2 （ $H_2 < H_1$ ）でABSに平行に磁場中アニールすることにより、ゼロ磁場（イニシャル）下で磁化固着層5と磁化自由層1の磁化方向を直行関係にした。

【0084】

（第3の実施の形態）

図13は、本発明の第3の実施の形態に関わるGMRヘッドの一部断面図である。この実施の形態では、中間非磁性層3は絶縁層13上に形成され、磁化自由層1と磁化固着層5はこの中間非磁性層3上に形成されている（図13）。磁化

自由層 1 と磁化固着層 5 は離間し、絶縁層 6 9 により電氣的に絶縁されている。GMR 素子の抵抗を検知するためのセンス電流は第 1 の電極 7 と磁気シールド 1 9 間に、固着層 5、中間非磁性層 3、磁化自由層 1 およびピラー電極 2 1 を経由して流される（電気回路が形成される）。

【0085】

この実施の形態では、磁化自由層 1 は第 1 の領域に磁化固着層 5 は第 3 の領域に形成され、中間非磁性層は第 1 乃至第 3 の領域にわたって形成されている。中間非磁性層は第 2 の領域に必ず形成されなければならない、第 1 および第 3 の領域では、磁化自由層 1 および磁化固着層 5 と同一表面において接続する。良好な電気接続が可能な限り、第 1 および第 3 の領域にわたって接合を形成する必要はなく、中間非磁性層 3 は第 2 の領域と第 1 の領域の一部や第 3 の領域の一部のみに形成してもよい。

【0086】

この構造では中間非磁性層 3 は磁化自由層 1 と磁化固着層 5 の下地層とすることもできる。中間非磁性層 3 を下地層とすることで磁化自由層 1 および磁化固着層 5 の (1 1 1) 結晶配向性を高めることができる。一般に、配向性は X 線回析などにより (1 1 1) 回析ピークのロッキングカーブの半値幅を観察することで評価できる。

【0087】

この実施の形態ではピラー電極 2 1 からのセンス電流が A B S 近くを磁化自由層 1 の膜表面に垂直方向（図 1 3 の紙面上下方向）に流れるため、スピン情報が記憶された電子が中間非磁性層 3 経由で効率的に磁化固着層 5 に供給できる。

【0088】

また、中間非磁性層 3 と磁化自由層 1 および磁化固着層 5 との界面が明瞭になるため、界面における電子の弾性散乱が予想される。従って、より大きな MR 変化率が期待できる。

【0089】

図 1 4 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る GMR ヘッドを説明するための図面である。図 1 4 は A B S と垂直な断面の一部拡大図である。被再生媒体の記録

トラックは、図 14 の紙面上下方向に伸びており、GMR ヘッドは、この紙面上下方向のいずれかにおいて媒体に相対的に移動する。

【0090】

本実施の形態の GMR ヘッドは、磁気シールド 17、19 間に第 1 の実施の形態の GMR 素子を 2 つ挟んだダブル構造である。つまり、中間の絶縁層 73 を介して GMR 素子 A と GMR 素子 B が形成されている。

【0091】

GMR 素子 A は、磁化自由層 1A、中間非磁性層 3A、磁化固着層 5A、第 1 の電極 7A、ピラー電極 21A を備え、ピラー電極 21A は磁気シールド 19 に電氣的に接続されている。GMR 素子 B は、磁化自由層 1B、中間非磁性層 3B、磁化固着層 5B、第 1 の電極 7B、ピラー電極 21B を備え、ピラー電極 21B は磁気シールド 17 に電氣的に接続される。

【0092】

GMR 素子 A、B は絶縁層 73 を介して面对称な構造を有する。このような構造では、GMR 素子 A の有効な磁気ギャップは、ABS における磁気シールド 19 と磁化自由層 1A との間のピラー電極 21A と、磁化自由層 1A と磁化自由層 1B との間の絶縁層 73 である。

【0093】

また、GMR 素子 B の有効な磁気ギャップは、ABS における磁化自由層 1B と磁化自由層 1A との間の絶縁層 73 と、磁化自由層 1B と磁気シールド 17 巻のピラー電極 21B である。従って、2 つの素子分の有効な磁気ギャップは他の実施の形態を 2 素子分形成するのに比べてさらに狭くすることが可能である。

【0094】

尚、以上説明したような GMR ヘッドは、ヘッドジンバルアッセンブリなどを介してハードディスクドライブなどの磁気記録再生装置に搭載される。GMR ヘッドの磁気記録再生装置への搭載技術は周知であり、ここではその詳細な説明を省略する。

【0095】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明はこれらに限られず、特許請

求の範囲に記載の発明の要旨の範疇において様々に変更可能である。

【0096】

また、本発明は、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。

【0097】

さらに、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0098】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、狭ギャップ化が可能であり、かつ磁化自由層と磁化固着層との磁気結合を抑制することなどができるため、高記録密度化に対応できる磁気抵抗効果ヘッド、およびそれらを用いた磁気記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に関わるGMRヘッドを説明するための一部断面図および一部側面図である。

【図2】 第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの磁化自由層を説明するための一部断面図である。

【図3】 第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの磁化固着層を説明するための一部断面図である。

【図4】 第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図5】 図4に続いて、第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図6】 図5に続いて、第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図7】 図6に続いて、第1の実施の形態に関わるGMRヘッドの製造方法を

説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 8】 図 7 に続いて、第 1 の実施の形態に関わる GMR ヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 9】 図 8 に続いて、第 1 の実施の形態に関わる GMR ヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 10】 図 9 に続いて、第 1 の実施の形態に関わる GMR ヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 11】 図 10 に続いて、第 1 の実施の形態に関わる GMR ヘッドの製造方法を説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 12】 本発明の第 2 の実施の形態に関わる GMR ヘッドを説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 13】 本発明の第 3 の実施の形態に関わる GMR ヘッドを説明するための一部断面図および一部上面図である。

【図 14】 本発明の第 4 の実施の形態に関わる GMR ヘッドを説明するための一部断面図および一部上面図である。

【符号の説明】

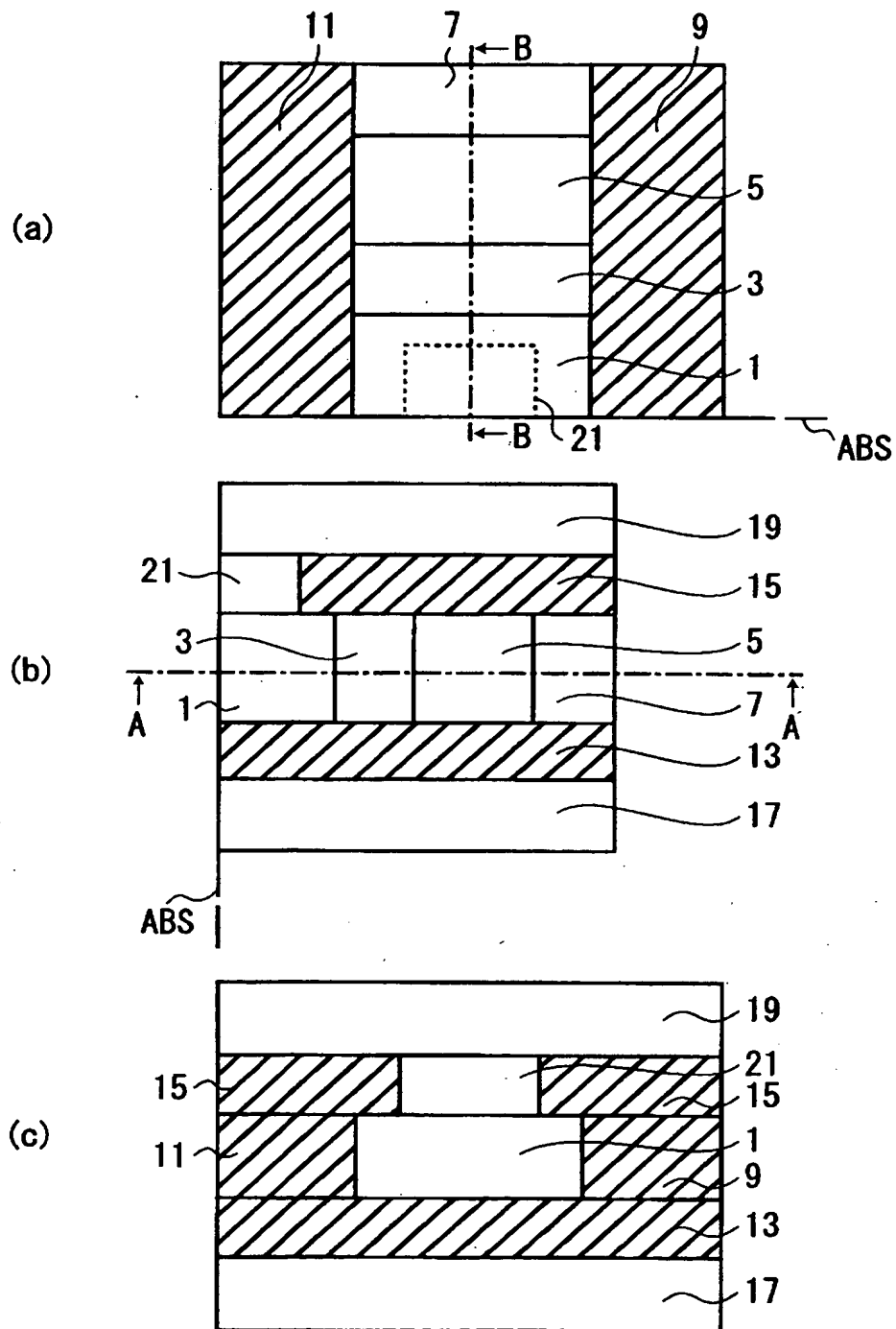
- 1、25・・・磁化自由層
- 3・・・中間非磁性層
- 5、63・・・磁化固着層
- 7・・・第 1 の電極
- 9、11、13、15、16、65、69、71、73・・・絶縁層
- 17、19、67・・・磁気シールド
- 21・・・ピラー電極
- 23・・・下地層
- 27・・・保護膜
- 29・・・積層バイアス膜
- 31・・・下地膜
- 33・・・反強磁性膜
- 35・・・磁化固着膜

- 37・・・保護膜
- 41、47・・・2段レジスト
- 43・・・磁化自由層用の積層膜
- 45・・・磁化固着層用の積層膜
- 49・・・中間非磁性層用Cu膜
- 51・・・第1の電極用Cu膜
- 53・・・2段レジスト
- 55・・・レジスト
- 57・・・孔部
- 59、61・・・ハードバイアス層

【書類名】

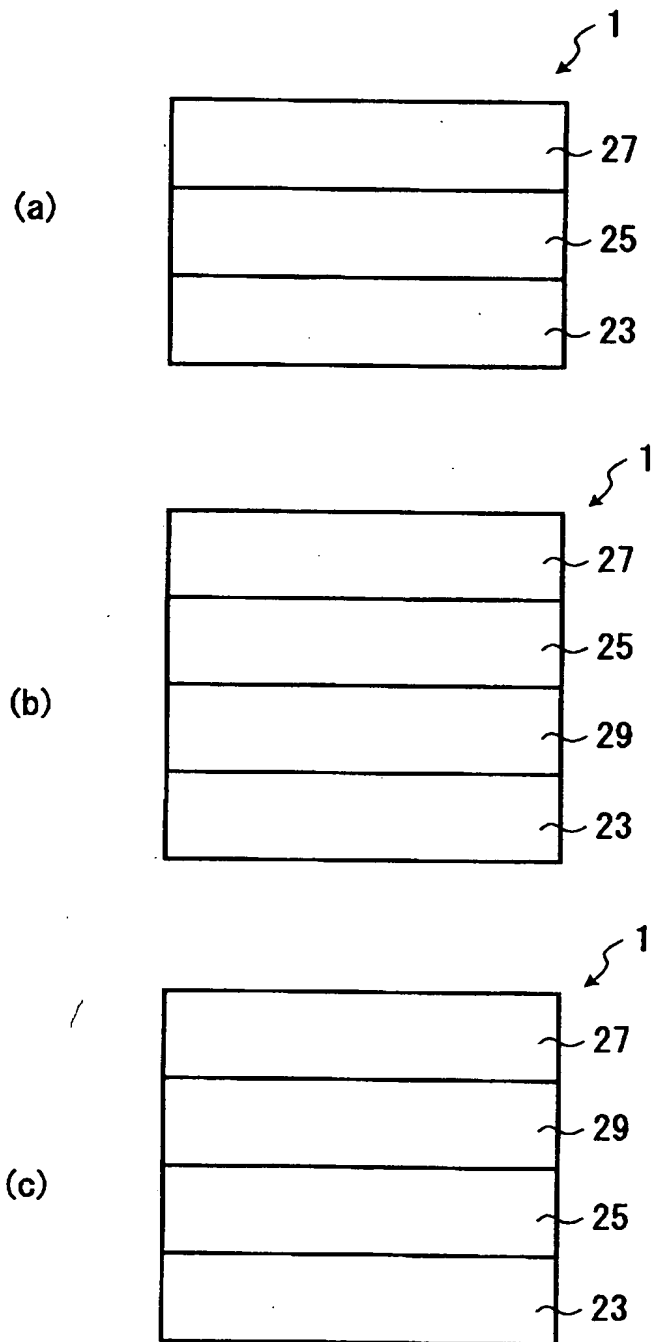
図面

【図 1】



- 1…磁化自由層 9、11、13、15…絶縁層
 3…中間非磁性層 17、19…磁気シールド
 5…磁化固着層 21…ピラー電極
 7…第1の電極

【図 2】



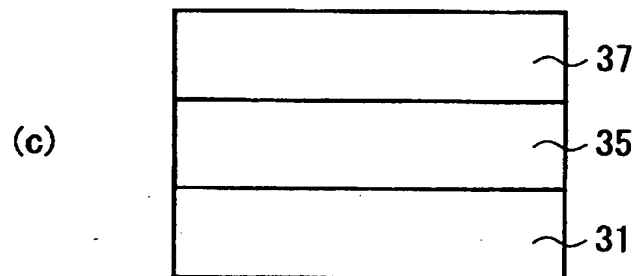
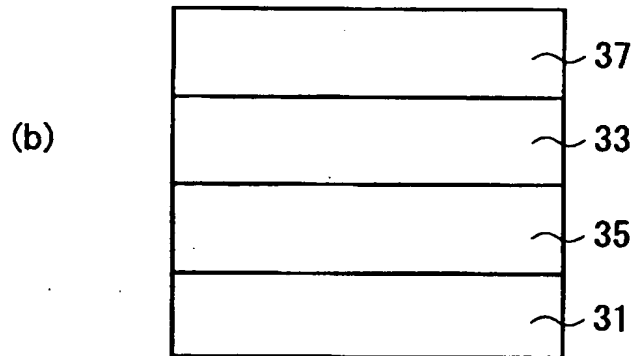
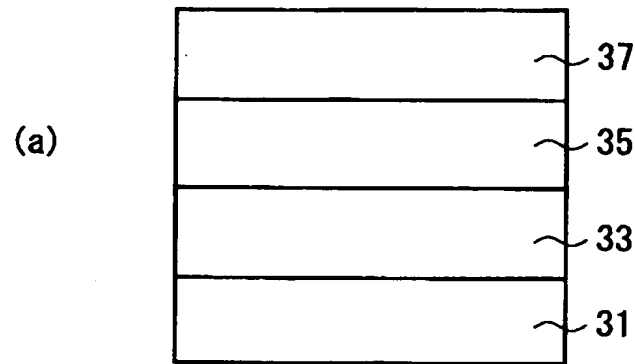
23…下地膜

27…保護膜

25…磁化自由膜

29…積層バイパス膜

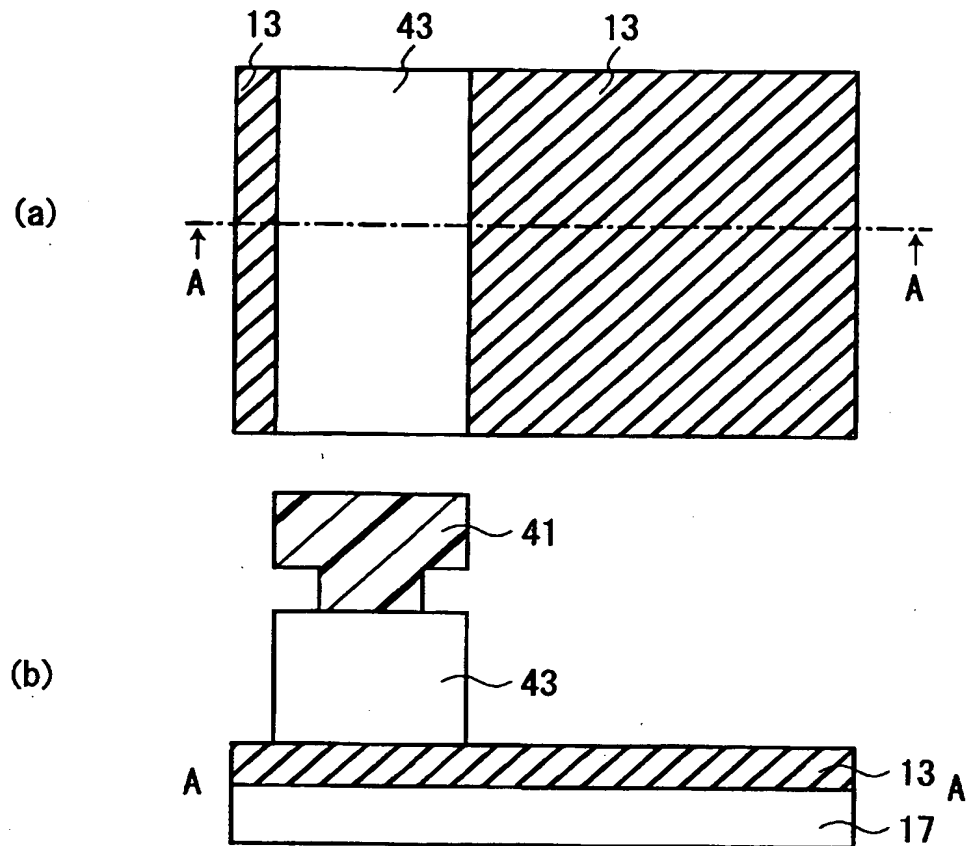
【図 3】



31...下地膜
33...反強磁性膜

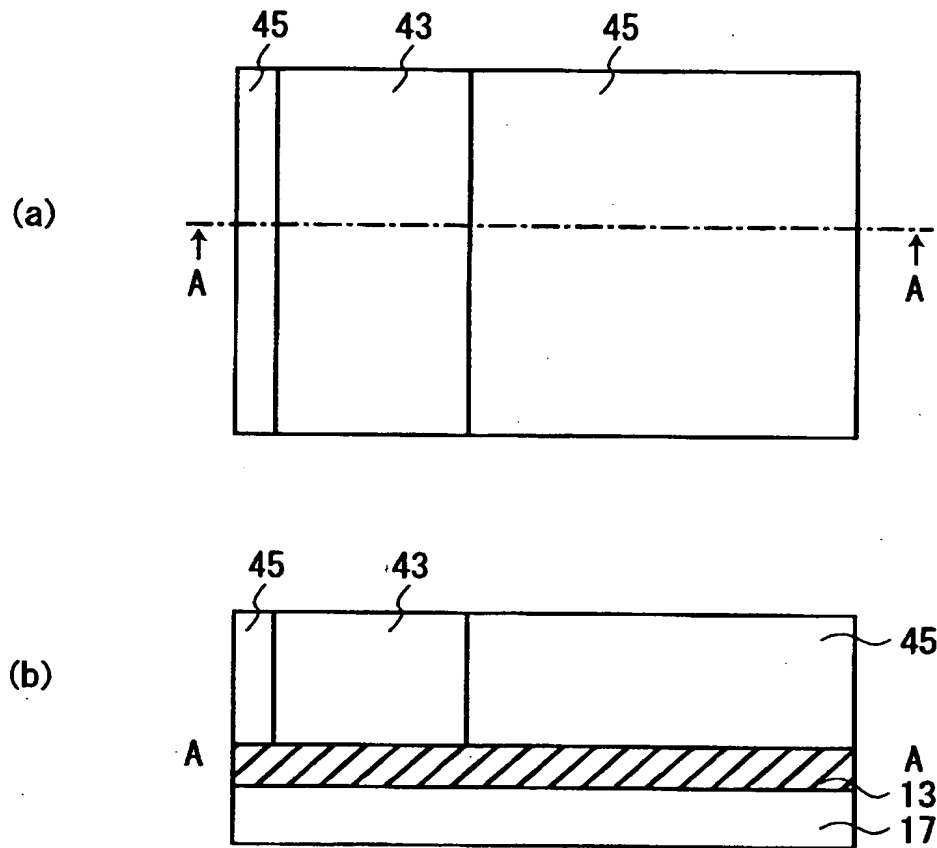
35...磁化固着膜
37...保護膜

【図 4】



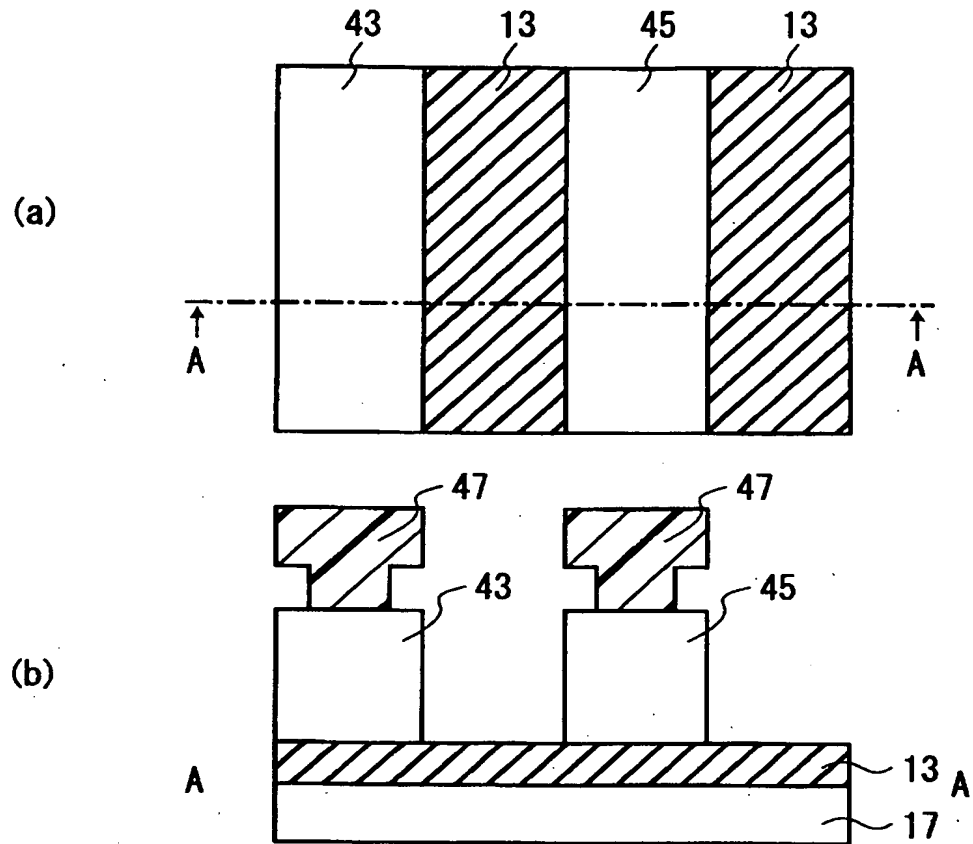
41…二段レジスト
43…磁化自由層用の積層膜

【図 5】



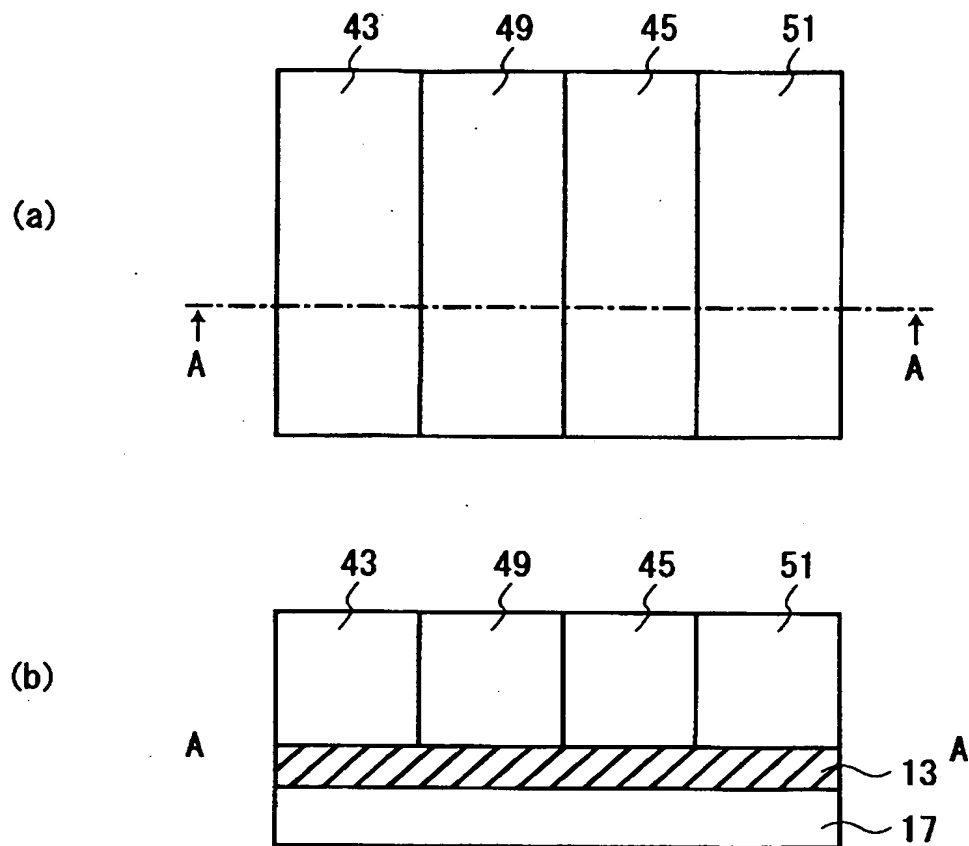
45…磁化固着層用の積層膜

【図 6】



47…二段レジスト

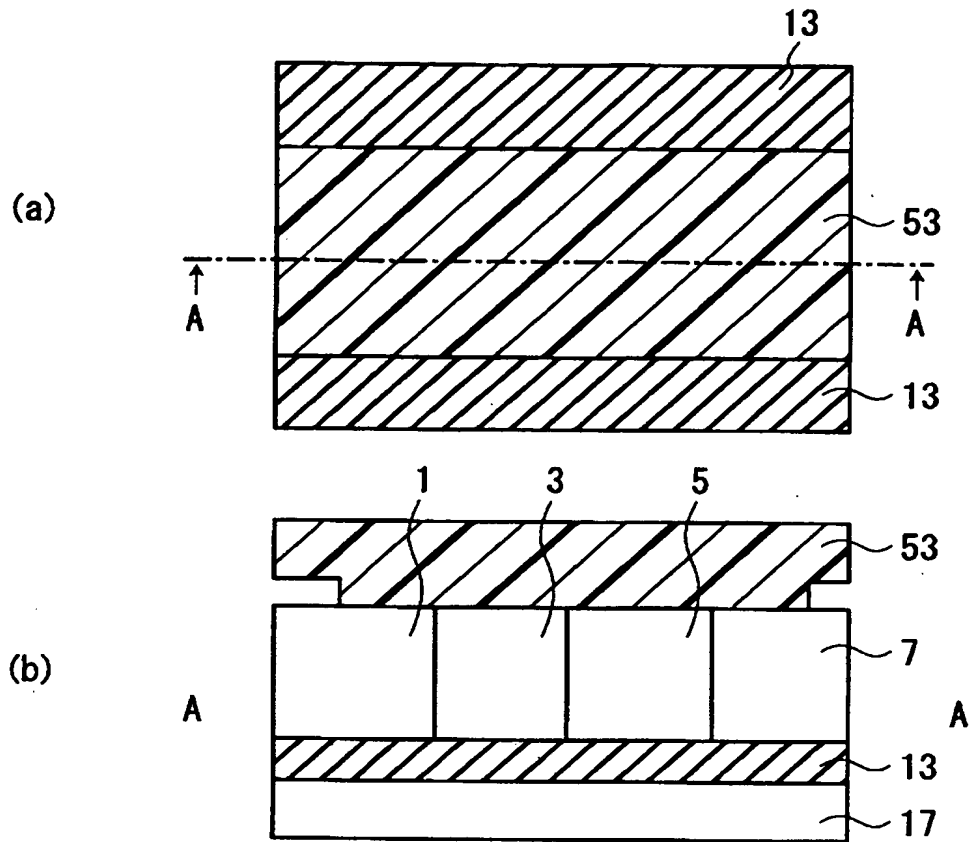
【図 7】



49...中間電極用Cu膜

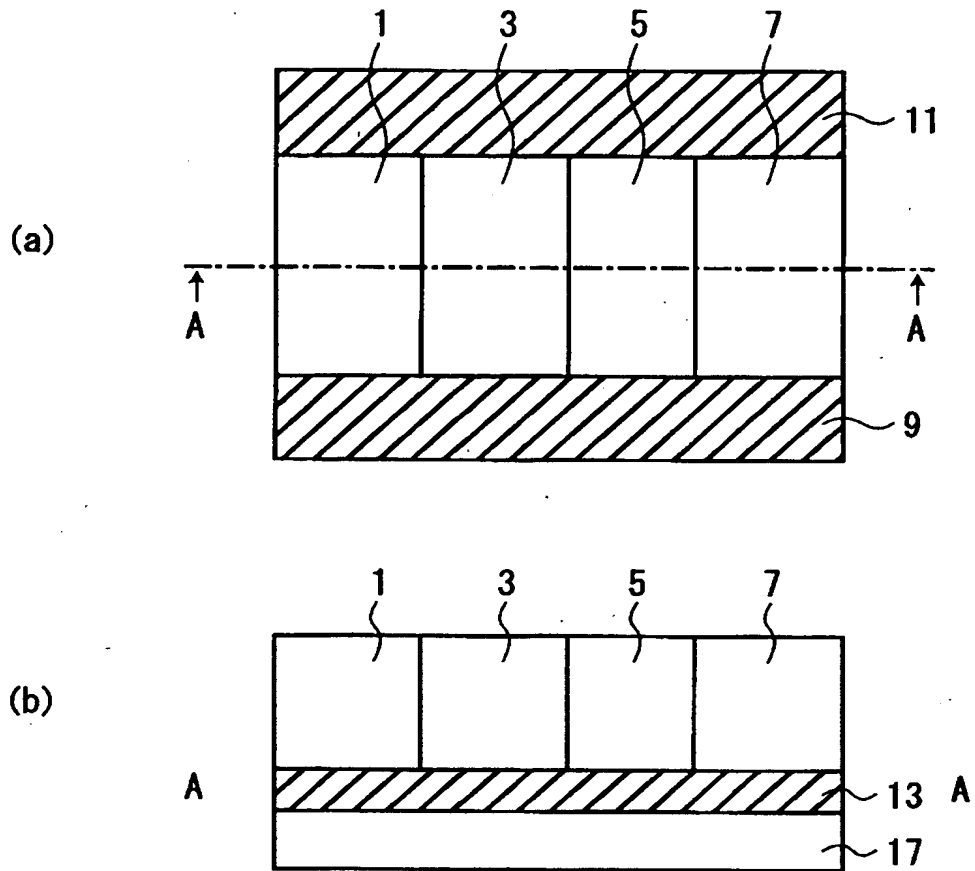
51...第1電極用Cu膜

【図 8】

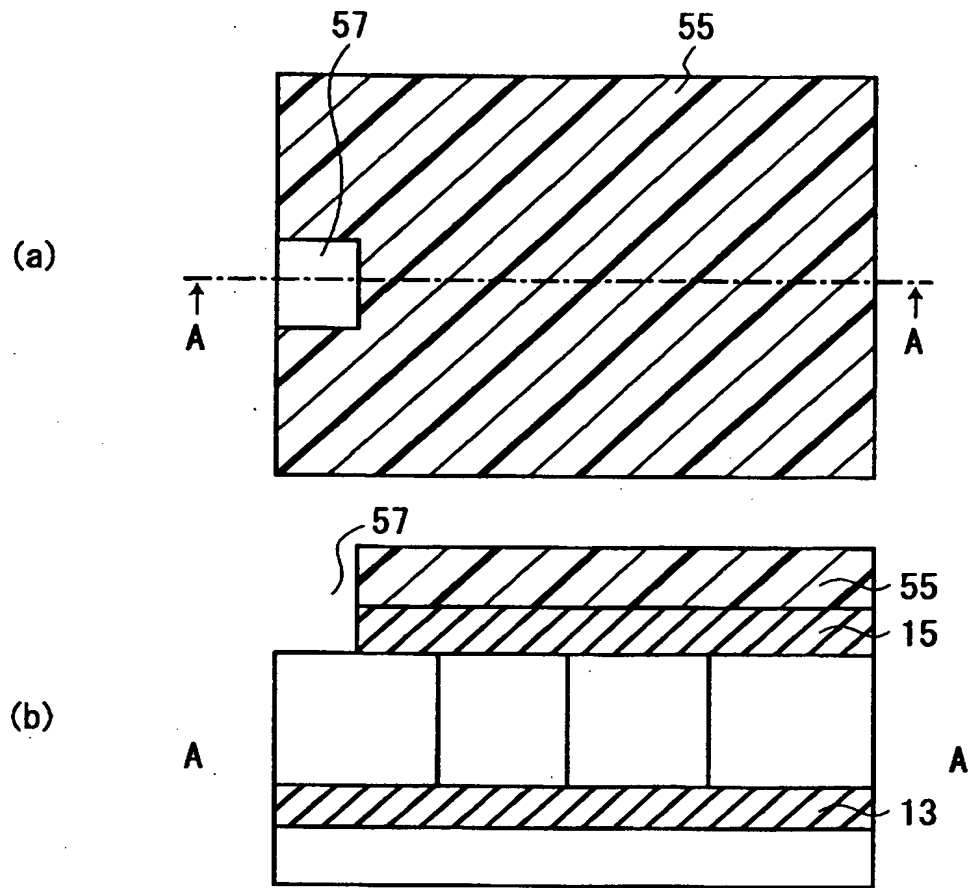


53…二段レジスト

【図 9】

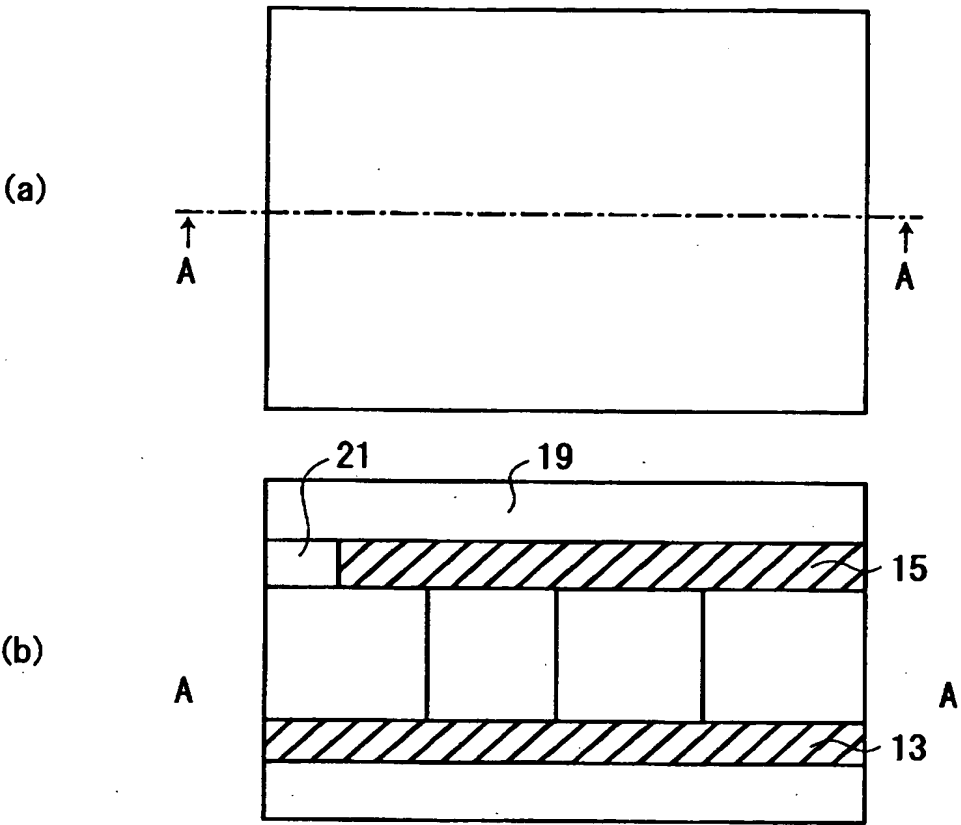


【図 10】



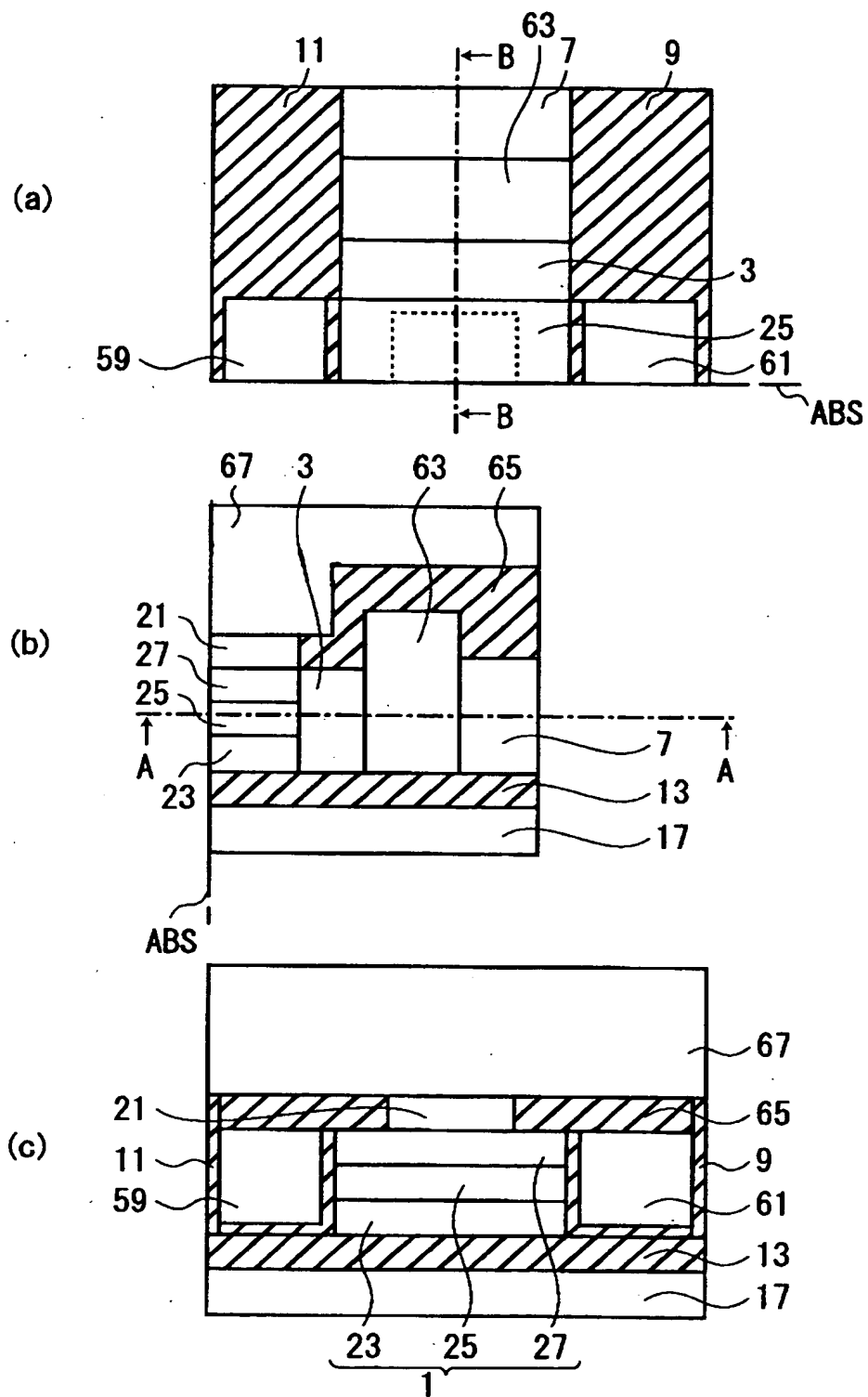
55…レジスト
57…孔部

【図 11】



55…レジスト
57…孔部

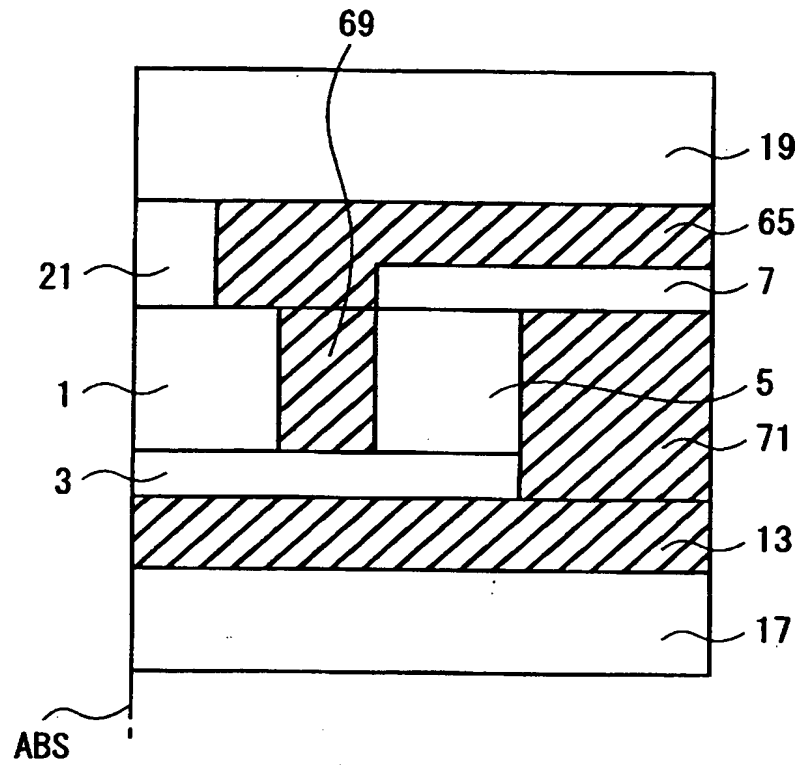
【図 12】



59、61…ハードバイアス層
63…磁化固着層

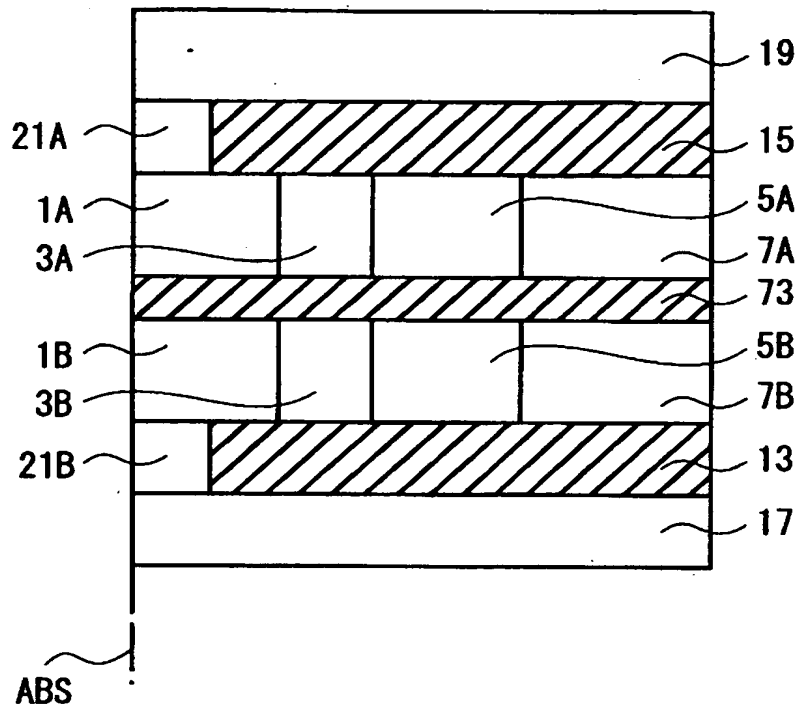
65…絶縁層
67…磁気シールド

【図 13】



69、71…絶縁層

【図 14】



73…絶縁層

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高記録密度化に対応して狭ギャップ化が可能な磁気抵抗効果ヘッド等の提供。

【解決手段】 媒体対向面側より前記媒体対向面から離間した後方に向けて順に並ぶ第1、第2および第3の領域と、第1の領域に形成された、外部磁界によって磁化が回転可能な磁化自由層1と、第3の領域に形成された、外部磁界下において実質的に所定方向の直を保持可能な磁化固着層5と、第2の領域に形成された、磁化自由層1と磁化固着層5とをつなぐ中間層3と、磁化自由層1、磁化固着層5および中間層3を挟み、媒体対向面より後方に向けて伸びる一対の磁気シールド17、19とを備える磁気抵抗効果ヘッド。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-048516
受付番号	50300305921
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 2月27日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月26日
-------	-------------

次頁無

特願 2003-048516

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝